
UJI PERFORMA MESIN MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR PERTAMAX DAN PERTAMAX TURBO PADA MESIN 4 LANGKAH

Abdi M. Cahya Negara¹, Ireng Sigit Atmanto², Juli Mrihardjono³

Universitas Diponegoro; Jl.Hayam Wuruk No.4 Pleburan Semarang 50241
Sekolah Vokasi Rekayasa Perancangan Mekanik,Departemen Teknologi Industri
UNDIP, Semarang
e-mail: abdinegara43@gmail.com

Abstrak

Unjuk kerja dan emisi gas buang kendaraan ditentukan oleh banyak faktor yang berasal dari berbagai macam komponen dan berlangsung secara berkaitan. Pengujian ini menggunakan 4 jenis sepeda motor dengan volume silinder yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat uji dynamometer. Cara pengujian pada dynamometer menggunakan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo. Data diambil pada gigi transmisi 1, 2, 3 dan 4 pada kecepatan 20 km, 40 km dan 60 km. Untuk pengujian emisi mengikuti prosedur pengambilan data daya dan torsi dan dilakukan bersamaan. Kandungan emisi yang ada pada gas buang adalah CO, CO₂, HC dan O₂ berdasarkan hasil penggunaan alat uji emisi gas buang. Hubungan antara kecepatan kendaraan dan posisi gigi terhadap daya, torsi dan emisi gas buang pada 2 bahan bakar berbeda adalah semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasilnya tinggi yaitu pada bahan bakar pertamax (daya, torsi, emisi gas CO) dan pertamax turbo (daya, torsi, emisi gas CO, gas CO₂), semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasilnya tinggi yaitu pada bahan bakar pertamax (CO₂) dan semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasilnya tinggi yaitu HC pada bahan bakar pertamax dan pertamax turbo. Hasil pengujian uji statistika T-test 2 sampel didapatkan hasil yaitu uji bahan bakar pertamax = uji bahan bakar pertamax turbo pada 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda. Pengecualian ada pada kendaraan volume silinder 160 pada uji HC dan kendaraan volume silinder 125 pada uji CO₂.

Kata kunci: daya, torsi, uji statistika, gigi transmisi, variasi kecepatan

Abstract

Performance and vehicle exhaust emissions are determined by many factors that come from various components and take place in a related manner. This test uses 4 types of motorcycles with different cylinder volumes. The test was conducted using a dynamometer test equipment. How to test on a dynamometer using fuel pertamax and Pertamax turbo. Data were taken on transmission gears 1, 2, 3 and 4 at speeds of 20 km, 40 km and 60 km. For emission testing follows the procedure of taking power and torque data and performed simultaneously. The content of emissions in the exhaust gas is CO, CO₂, HC and O₂ based on the results of the use of exhaust emissions test equipment. The relationship between vehicle speed and gear position to power, torque and exhaust emissions on 2 different fuels is the higher the transmission gear position and speed, the result is high, namely on pertamax fuel (power, torque, CO gas emissions) and pertamax turbo (Power, Torque, CO gas emissions, CO₂ gas), the lower the transmission gear position and speed, the result is high, namely on pertamax fuel (CO₂) and the lower the transmission gear position and speed, the result is high, namely HC on pertamax fuel

and pertamax turbo. The test results of statistical tests t-test 2 samples obtained the results of the fuel test pertamax = Pertamax turbo fuel test on 4 vehicles with different cylinder volumes. Exceptions exist in 160 cylinder volume vehicles in the HC test and 125 cylinder volume vehicles in the CO2 test.

Keywords: *power, torque, statistical test, transmission gear, speed variation*

1. PENDAHULUAN

Sepeda motor adalah kendaraan yang sangat populer untuk transportasi karena mobilitas, kenyamanan, ekonomi, dan fungsi lain yang tak dimiliki oleh kendaraan lain. Berdasarkan hasil data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019 ada 112.771.136 juta unit kendaraan sepeda motor. Ini sudah cukup membuat jalan-jalan di daerah perkotaan menjadi penuh sesak ini belum termasuk mobil penumpang, bus, khusus serta truk barang. Dengan banyaknya penggunaan sepeda motor tadi, belum termasuk mobil penumpang, bus, mobil khusus serta truk membuat polusi udara semakin meningkat terutama pada daerah perkotaan [1]

Terdapat beberapa jenis bahan bakar yang umum digunakan di Indonesia yaitu premium (akan dihilangkan), pertalite, pertamax dan pertamax turbo[2]. Untuk jenis bahan bakar ini memiliki kandungan oktan yang berbeda. Serta bahan bakar ini mempunyai perbedaan dari performa mesin, emisi yang dihasilkan dan dari segi harga jual per liternya[3].

Dikarenakan penggunaan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo menjadi kebutuhan keseharian masyarakat untuk kendaraannya, maka akan dilakukan uji emisi gas buang, daya serta torsi dari 4 kendaraan dari berbagai merk dan volume silinder yang berbeda

2. METODE PENELITIAN

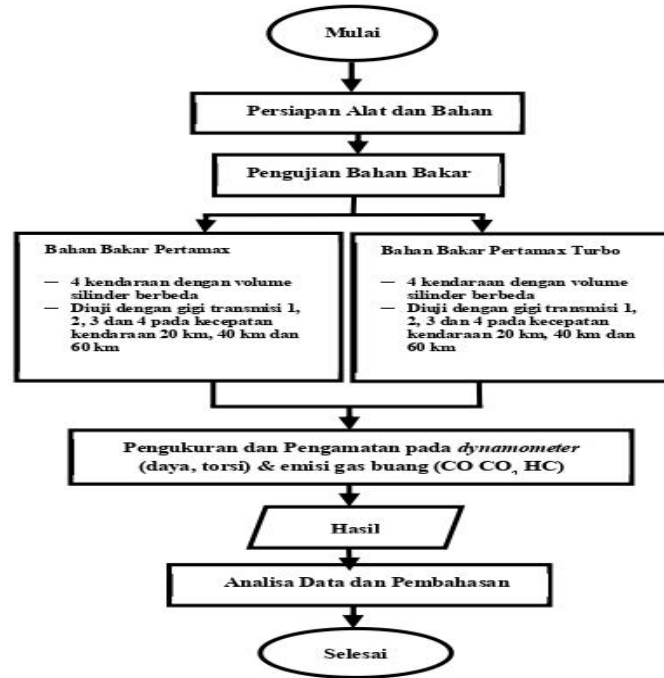
2.1 Tahapan Review

Metode penelitian adalah pengujian 4 jenis kendaraan dengan volume silinder yang berbeda menggunakan uji *dyno test* dan uji emisi gas buang. Variabel pengujian meliputi; bahan bakar yang berbeda, pada kecepatan kendaraan 20 km, 40 km, 60 km dan gigi transmisi 1, 2 3 dan 4 adalah variabel tetap sedangkan daya, torsi, rpm dan emisi gas buang adalah variabel bebasnya[5][6][7].

Proses pengujian dengan *dynamometer* dilaksanakan persiapan sebagai berikut: (1) *Engine* dihidupkan dan melakukan pemanasan mesin untuk mencapai kondisi operasional dari mesin selama 5 menit. (2) Sensor dipasang semua dan beban diukur di roda belakang, kemudian semua parameter dapat dilihat di komputer[8][9]. (3) Meningkatkan putaran *engine* sesuai dengan kebutuhan pengujian yaitu kecepatan 20 km, 40 km dan 60 km dengan gigi 1, 2, 3 dan 4. Kemudian dicatat besarnya daya dan torsi di setiap pengujian. (4) Pengambilan data dilakukan dengan beban tetap. (5) Dilakukan perbandingan data daya serta torsi antara penggunaan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo[10].

Sedangkan proses pengujian dengan alat uji emisi gas buang adalah: (1) Siapkan alat uji. (2) Naikkan (akselerasi) putaran mesin hingga mencapai 1900 – 2100 rpm kemudian tahan selama 60 detik selanjutnya kembalikan pada posisi idle. (3) Masukkan probe alat uji ke pipa gas buang sedalam 30 cm bila < 30 cm maka pasang pipa tambahan. (4) Tunggu 20 detik dan lakukan pengambilan data konsentrasi gas CO (%), CO₂ (%) dan HC (ppm) yang terukur pada alat uji, pengukuran data emisi gas buang dilakukan pada kondisi bersamaan dengan pengujian daya dan torsi pada kendaraan[11].

2. 1.1 Mekanisme Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengujian pada 4 kendaraan dengan volume silinder berbeda adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pada sepeda motor 110 cc

Gigi Transmisi & Kecepatan	Daya (HP)		Torsi (N.m)		CO %		(CO ₂)		(HC)	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Gigi 1 20 KM	0,2	0,3	0,19	0,26	1,50	0,54	3,76	2,95	402	680
Gigi 1 40 KM	0,3	0,3	0,19	0,17	0,52	1,93	3,12	4,76	328	721
Gigi 1 60 KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gigi 2 20 KM	0,1	0,1	0,12	0,08	2,32	1,51	3,90	5,36	423	813
Gigi 2 40 KM	0,4	0,2	0,19	0,11	1,43	0,59	4,08	3,59	374	488
Gigi 2 60 KM	0,8	0,9	0,33	0,38	0,98	0,48	3,60	3,15	321	258
Gigi 3 20 KM	0,3	0,6	0,51	0,77	1,04	0,60	2,45	2,79	639	211
Gigi 3 40 KM	0,9	0,9	0,64	0,65	1,02	0,78	2,25	3,62	597	318
Gigi 3 60 KM	1,1	0,9	0,53	0,44	2,57	0,62	5,46	3,15	409	358
Gigi 4 20 KM	0,2	0,3	0,40	0,47	1,32	1,86	2,21	2,45	335	171
Gigi 4 40 KM	0,6	1	0,50	0,92	1,41	0,46	3,76	2,42	229	147
Gigi 4 60 KM	1,8	1,1	1,07	0,65	3,07	1,37	6,12	5,41	256	252

Tabel 2. Pada sepeda motor 115 cc

Gigi Transmisi & Kecepatan	Daya (HP)		Torsi (N.m)		CO %		(CO ₂)		(HC)	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Gigi 1 20 KM	0,1	0,1	0,62	0,09	7,96	9,58	8,12	7,37	396	446
Gigi 1 40 KM	0,3	0,5	0,23	0,43	0,37	7,06	14,17	11,08	67	186
Gigi 1 60 KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gigi 2 20 KM	0,3	0,3	0,71	0,59	6,06	8,56	9,67	6,62	413	427
Gigi 2 40 KM	0,4	0,2	0,45	0,24	5,18	6,61	11,48	10,60	211	230
Gigi 2 60 KM	0,5	0,7	0,45	0,61	0,29	2,78	14,42	13,42	77	241
Gigi 3 20 KM	0,3	0,6	0,86	1,35	6,88	6,75	7,56	8,14	314	315
Gigi 3 40 KM	0,5	0,7	0,72	1,05	6,51	9,94	10,65	7,83	271	347
Gigi 3 60 KM	0,4	0,5	0,37	0,52	3,34	2,42	12,46	13,57	160	368
Gigi 4 20 KM	0,5	0,6	1,33	1,35	5,82	5,23	8,52	9,93	376	272
Gigi 4 40 KM	0,2	0,5	0,48	0,94	5,63	6,09	10,65	11,49	297	252
Gigi 4 60 KM	1	0,7	0,84	0,82	5,54	3,04	10,86	13,41	289	242

Tabel 3. Pada sepeda motor 125 cc

Gigi Transmisi & Kecepatan	Daya (HP)		Torsi (N.m)		CO %		(CO ₂)		(HC)	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Gigi 1 20 KM	0,2	0,4	0,50	0,39	4,06	7,98	11,72	9,76	225	243
Gigi 1 40 KM	0,4	0,1	0,25	0,05	4,78	6,55	11,58	11,16	174	115
Gigi 1 60 KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gigi 2 20 KM	0,1	0,5	0,07	0,57	4,91	6,54	11,56	10,68	159	170
Gigi 2 40 KM	0,5	0,5	0,44	0,43	1,96	3,64	12,84	12,41	168	112
Gigi 2 60 KM	0,2	0,2	0,08	0,06	5,73	7,80	11,20	9,77	210	319
Gigi 3 20 KM	0,3	0,1	0,34	0,12	6,21	7,09	10,92	10,32	425	175
Gigi 3 40 KM	0,5	0,6	0,27	0,32	5,97	5,57	10,49	10,93	248	183
Gigi 3 60 KM	0,5	1	0,19	0,54	6,97	8,68	10,20	9,57	150	140
Gigi 4 20 KM	0,1	0,4	0,12	0,53	6,37	6,90	10,39	10,69	310	177
Gigi 4 40 KM	0,4	0,4	0,29	0,29	5,69	7,24	11,66	10,78	182	179
Gigi 4 60 KM	0,5	1,5	0,45	1,04	4,36	6,36	12,20	11,04	193	145

Tabel 4. Pada sepeda motor 160 cc

Gigi Transmisi & Kecepatan	Daya (HP)		Torsi (N.m)		CO %		(CO ₂)		(HC)	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Gigi 1 20 KM	0,2	0,3	0,19	0,43	1,28	1,92	13,06	13,80	145	56
Gigi 1 40 KM	0,5	1,2	0,39	1,01	0,88	5,77	13,43	11,62	48	83
Gigi 1 60 KM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gigi 2 20 KM	0,3	0,1	0,56	0,07	1,87	0,18	12,76	14,47	138	31
Gigi 2 40 KM	1,4	0,7	1,52	0,67	0,72	0,47	13,83	14,53	78	41
Gigi 2 60 KM	1	0,9	0,84	0,76	1,30	3,30	13,54	12,84	47	68
Gigi 3 20 KM	0,2	0,1	0,28	0,12	1,10	0,36	14,12	14,30	90	35
Gigi 3 40 KM	0,5	0,5	0,47	0,70	3,17	0,38	13,13	14,64	63	30
Gigi 3 60 KM	1,2	1,9	0,80	1,79	8,44	2,15	10,02	13,22	220	86
Gigi 4 20 KM	0,2	0,2	0,43	0,46	1	0,23	13,66	13	140	129
Gigi 4 40 KM	0,4	0,6	0,76	1,11	3,16	0,57	13,62	15,21	162	48
Gigi 4 60 KM	2	0,8	2,41	0,94	4,20	1,50	12,59	14,17	131	57

hubungan antara kecepatan kendaraan dan posisi gigi transmisi dengan 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda pada jenis bahan bakar pertamax yaitu: (1) Pada daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan menjadi tinggi.(2) Pada emisi gas karbon dioksida (CO₂): semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan semakin tinggi maka hasil emisi kendaraan menjadi tinggi.(3) Pada emisi gas hidrokarbon (HC): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil emisi kendaraan menjadi rendah[12][13].

Sedangkan hubungan antara kecepatan kendaraan dan posisi gigi transmisi dengan 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda pada jenis bahan bakar pertamax turbo yaitu: (1) Pada daya, torsi, emisi gas karbon monoksida (CO) dan emisi gas karbon dioksida (CO₂): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO) dan emisi gas karbon dioksida (CO₂) kendaraan menjadi tinggi.(2) Pada emisi

gas hidrokarbon (HC): semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil emisi kendaraan menjadi tinggi[14][15].

Berdasarkan hasil uji daya, torsi dan emisi gas buang diatas akan dilakukan analisa statistik T-Test berpasangan.

“Uji – t berpasangan (paired t-test) adalah salah satu metode pengujian hipotesis dimana data yang digunakan tidak bebas (berpasangan). Ciri-ciri yang paling sering ditemui pada kasus yang berpasangan adalah satu individu (objek penelitian) dikenai 2 buah perlakuan yang berbeda. Walaupun menggunakan individu yang sama, peneliti tetap memperoleh 2 macam data sampel, yaitu data dari perlakuan pertama dan data dari perlakuan kedua.” (Nuryadi dkk, Dasar-dasar Statistik Penelitian, 2017 :101)

Hipotesis dari kasus ini dapat ditulis :

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = 0 \text{ atau } \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a = \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \text{ atau } \mu_1 \neq \mu_2$$

Berdasarkan hipotesis di atas digunakanlah uji *paired T-Test* pada *microsoft excel* dengan hasil data sebagai berikut :

Tabel 5. Uji T-test sepeda motor 110 cc

KETERANGAN	DAYA		TORSI		EMISI CO		EMISI CO ₂		EMISI HC	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Mean	0,588333333	0,55	0,38916667	0,408333333	1,43166667	0,895	3,3925	3,30416667	359,416667	368,0833333
Variance	0,268106061	0,153636364	0,08360833	0,087033333	0,744942424	0,378518182	2,53931136	2,166190152	27552,9924	64568,81061
Observations	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Pearson Correlation	0,848821172		0,76313837		0,270067271		0,70252097		0,34073562	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0		0		0	
Df	11		11		11		11		11	
t Stat	0,103898494		-0,3301463		2,032475424		0,25767682		-0,1192541	
P(T<=t) one-tail	0,459560016		0,3737458		0,033482626		0,40070663		0,45361206	
t Critical one-tail	1,795884819		1,79588482		1,795884819		1,79588482		1,79588482	
P(T<=t) two-tail	0,919120032		0,74749161		0,066965253		0,80141326		0,90722412	
t Critical two-tail	2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516	

Kesimpulan : Rata-rata hasil uji BB pertamax = rata-rata hasil uji BB pertamax turbo pada sepeda motor volume silinder 110 untuk pengujian daya, torsi dan emisi gas buang (CO, CO₂ dan HC).

Tabel 6. Uji T-test Data sepeda motor 115 cc

KETERANGAN	DAYA		TORSI		EMISI CO		EMISI CO ₂		EMISI HC	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Mean	0,375	0,45	0,588333333	0,664166667	4,465	5,671666667	9,88	9,455	239,25	277,1666667
Variance	0,06386364	0,059090909	0,11750606	0,199790152	7,73044545	9,473233333	14,3969455	14,79693636	18743,6591	14188,69697
Observations	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Pearson Correlation	0,71773132		0,76264567		0,6660734		0,88257036		0,75619442	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0		0		0	
Df	11		11		11		11		11	
t Stat	-1,3932611		-0,908601		-1,7351015		0,79486182		-1,4444709	
P(T<=t) one-tail	0,09552715		0,19151805		0,05530718		0,22175312		0,08824075	
t Critical one-tail	1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482	
P(T<=t) two-tail	0,1910543		0,3830361		0,11061437		0,44350624		0,1764815	
t Critical two-tail	2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516	

Kesimpulan : rata-rata hasil uji BB pertamax = rata-rata hasil uji BB pertamax turbo pada sepeda motor volume silinder 115 untuk pengujian daya, torsi dan emisi gas buang (CO, CO₂ dan HC).

Tabel 7. Uji T-test Data sepeda motor 125 cc

KETERANGAN	DAYA		TORSI		EMISI CO		EMISI CO ₂		EMISI HC	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Mean	0,30833333	0,475	0,25	0,361666667	4,00583333	4,345	10,3966667	9,759166667	203,666667	163,1666667
Variance	0,03356061	0,176590909	0,02663636	0,086669697	5,3152447	6,091154545	11,3072788	10,03171742	10167,8788	5827,969697
Observations	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Pearson Correlation	0,56977785		0,38200806		0,69966661		0,97914685		0,53064656	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0		0		0	
Df	11		11		11		11		11	
t Stat	-1,6500825		-1,397682		-0,6330807		3,17973329		1,58589052	
P(T<=t) one-tail	0,06357984		0,09487875		0,2698097		0,00438266		0,0705356	
t Critical one-tail	1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482	
P(T<=t) two-tail	0,12715969		0,18975751		0,5396194		0,00876533		0,14107119	
t Critical two-tail	2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516	

Kesimpulan : rata-rata hasil uji BB pertamax = rata-rata hasil uji BB pertamax turbo pada sepeda motor volume silinder 125 untuk pengujian daya, torsi dan emisi gas buang (CO dan HC). Sedangkan rata-rata hasil uji BB pertamax \neq Rata-rata hasil uji BB Pertamax turbo pada emisi gas buang CO₂.

Tabel 8. Uji T-test Data sepeda motor 160 cc

KETERANGAN	DAYA		TORSI		EMISI CO		EMISI CO ₂		EMISI HC	
	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo	Pertamax	Pertamax Turbo
Mean	0,65833333	0,608333333	0,72083333	0,671666667	2,26	1,4025	11,98	12,65	105,166667	55,33333333
Variance	0,36992424	0,300833333	0,43568106	0,259869697	5,26772727	2,912984091	15,3528727	16,84389091	3765,42424	1114,969697
Observations	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Pearson Correlation	0,59793993		0,39528853		0,05899787		0,94354294		0,45292226	
Hypothesized Mean Difference	0		0		0		0		0	
Df	11		11		11		11		11	
t Stat	0,33221664		0,25987339		1,06919887		-1,7062441		3,13903193	
P(T<=t) one-tail	0,37298505		0,39988063		0,15394069		0,05800025		0,00471233	
t Critical one-tail	1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482		1,79588482	
P(T<=t) two-tail	0,7459701		0,79976126		0,30788137		0,1160005		0,00942466	
t Critical two-tail	2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516		2,20098516	

Kesimpulan : rata-rata hasil uji BB pertamax = rata-rata hasil uji BB pertamax turbo pada sepeda motor volume silinder 160 untuk pengujian daya, torsi dan emisi gas buang (CO dan CO₂). Sedangkan rata-rata hasil uji BB pertamax \neq Rata-rata hasil uji BB Pertamax turbo pada emisi gas buang HC.

Berdasarkan kesimpulan pada tabel di atas disimpulkan bahwa hampir secara keseluruhan hasil rata-rata uji bahan bakar pertamax = rata-rata hasil uji bahan bakar pertamax turbo pada 4 kendaraan dengan volume silinder berbeda. Pengecualian untuk data hasil rata-rata uji bahan bakar pertamax \neq rata-rata hasil uji bahan bakar pertamax turbo adalah pada kendaraan volume silinder 160 pada uji hidrokarbon (HC) dan kendaraan volume silinder 125 pada uji karbon dioksida (CO₂).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Kandungan emisi yang ada pada gas buang adalah karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidrokarbon (HC) dan oksigen (O₂) berdasarkan hasil penggunaan alat uji emisi gas buang.
2. Pada jenis bahan bakar pertamax, hubungan antara kecepatan kendaraan dan posisi gigi transmisi dengan 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda adalah (1) Pada daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan menjadi tinggi.(2) Pada emisi gas karbon dioksida (CO₂): semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan semakin tinggi maka hasil emisi kendaraan menjadi tinggi.(3) Pada emisi gas

hidrokarbon (HC): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil emisi kendaraan menjadi rendah.

3. Pada jenis bahan bakar pertamax turbo, hubungan antara kecepatan kendaraan dan posisi gigi transmisi dengan 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda adalah (1) Pada daya, torsi, emisi gas karbon monoksida (CO) dan emisi gas karbon dioksida (CO₂): semakin tinggi posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil daya, torsi dan emisi gas karbon monoksida (CO) dan emisi gas karbon dioksida (CO₂) kendaraan menjadi tinggi.(2) Pada emisi gas hidrokarbon (HC): semakin rendah posisi gigi transmisi dan kecepatan maka hasil emisi kendaraan menjadi tinggi.
4. Berdasarkan uji Analisa statistika T-test disimpulkan bahwa hampir secara keseluruhan hasil rata-rata uji bahan bakar pertamax = rata-rata hasil uji bahan bakar pertamax turbo pada 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda. Pengecualian untuk data hasil rata-rata uji bahan bakar pertamax \neq rata-rata hasil uji bahan bakar pertamax turbo adalah pada kendaraan volume silinder 160 pada uji hidrokarbon (HC) dan kendaraan volume silinder 125 pada uji karbon dioksida (CO₂).
5. Pada pengujian performa mesin menggunakan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo untuk pengambilan data pada gigi transmisi 1 kecepatan 60 km tidak dapat dilakukan karena kondisi mesin sudah berada di rpm maksimum yang mengakibatkan mesin rusak jika dilanjutkan untuk 4 kendaraan uji dengan volume silinder yang berbeda.
6. Untuk emisi gas buang Hidrokarbon (HC) pada bahan bakar pertamax dan pertamax turbo pada 4 kendaraan dengan volume silinder yang berbeda didapat kesimpulan yaitu semakin tinggi kecepatan kendaraan maka emisi hidrokarbon yang dihasilkan semakin kecil.

5. SARAN

Pada penelitian ini saran yang diberikan oleh penulis berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui performa mesin menggunakan bahan bakar pertamax dan pertamax turbo yang lebih detail bisa dilakukan penambahan variabel konsumsi bahan bakar pada setiap kendaraan saat pengujian dan variabel umur kendaraan.
2. Pada saat melakukan pengujian sebaiknya ada waktu yang ditentukan saat pengambilan data dilakukan. Mis selama 30 detik.
3. Dikarenakan *design* knalpot 4 jenis kendaraan dengan berbagai merk yang tidak sama. Sebaiknya sebelum pengujian emisi gas buang terlebih dahulu membuat alat bantu untuk mempermudah mengukur emisi gas buang yaitu menyediakan pipa dengan lubang sesuai diameter probe dan ujung salah satu pipa memiliki bentuk reducer, dengan panjang setelah reducer \pm 20 cm agar bisa masuk ke semua lubang knalpot kendaraan yang memiliki diameter berbeda-beda. Ini dikarenakan probe hanya dapat membaca hasil emisi gas buang dengan minimal kedalaman 30 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heywood, J.B., "*Internal Combustion Engine Fundamentals*". 1988, New York: McGraw-Hill.
 - [2] Arismunandar, Wiranto. 2005. *Penggerak Mula : MOTOR BAKAR TORAK*. Bandung. Penerbit : ITB.
 - [3] Erjavec, Jack. 2000. *Automotive Tecnology: A system ApproaHC*. Cengage Learning.
 - [4] Siswantoro, Lagiyo, Siswiyanti. 2016, *Analisa Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor 4 Tak Berbahan Bakar Campuran Premium Dengan Variasi Penambahan Zat Aditif*, Publikasi Ilmiah, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasakti Tegal
-

-
- [5] Warju, 2009, *Pengujian Performa Mesin Kendaraan Bermotor*. Edisi Pertama.
- [6] Sudomo, 2017. *Analisa Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Premium Dengan Variasi Campuran Bahan Bakar Dan Udara*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [7] Tugaswati, A. Tri. 2008. *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. <http://kpbb.org>, diakses Jum'at, 22 Oktober 2021.
- [8] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama
- [9] Warju, 2009:124. *Alat Uji Emisi Menurut Kementerian Lingkungan Hidup Mencakupi Standar ISO 3930/OIML R-99*
- [10] Fuhaid, Naif. 2011. *Pengaruh Medan Magnet Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Kinerja Motor Bakar Bensin Jenis Daihatsu Hijet 1000*. PROTON, Vol. 3 No.2, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang.
- [11] <https://pertamina.com/id/fuel-retail> , diunduh tanggal 10 Februari 2022.
- [12] Pullkabrek, Willard W, "*Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*", New Jersey of Prentice Hall Publishing Group.
- [13] *User Manual Dynamometer Iquteche Dynamax DW-25*
- [14] *User Manual of Gas Board 5020 Automotive Emission Gas Analyzer*
- [15] Nuryadi dkk. 2017. *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Yogyakarta : SIBUKU MEDIA
- [16] Henry, I., Nagoro, A., & Unyanto, S. (2017). *Pengaruh Variasi Jenis Bahan Bakar Terhadap Emisi Gas Buang Pada Engine Toyota 4 Afe*. 9–15.
-